

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 35 33 826 A 1

⑤1 Int. Cl. 4:  
G21K 5/10

⑳ Aktenzeichen: P 35 33 826.1  
㉔ Anmeldetag: 23. 9. 85  
㉔3 Offenlegungstag: 2. 4. 87

Behörden-Signtum

DE 3533826 A 1

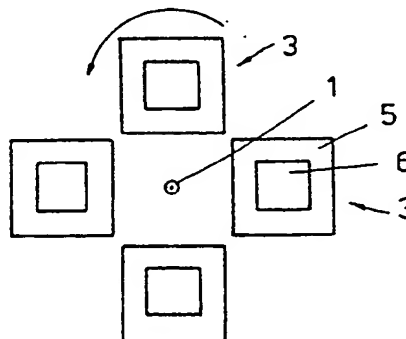
㉔1 Anmelder:  
Tetzlaff, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 6233 Kelkheim, DE

㉔2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔5 Verfahren zur Bestrahlung großer Bestrahlungsguteinheiten mittels ionisierender Strahlung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestrahlung von medizinischen Einwegartikeln und Lebensmitteln mit Gamma- oder Röntgenstrahlen zur Abtötung von Mikroorganismen und Schadinsekten. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Dosishomogenität und die Strahlenausnutzung zu verbessern. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Bestrahlungsgut (5) einer Transporteinheit so angeordnet wird, daß in der Mitte (6) ein Bereich geringerer Dichte entsteht als im peripheren Bereich. Die Transporteinheit muß dabei von mindestens zwei Seiten von einer Strahlenquelle (1) bestrahlt werden.



DE 3533826 A 1

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestrahlen von Bestahlungsgut, das zu Transporteinheiten zusammengestellt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestahlungsgut einer Transporteinheit so angeordnet wird, daß in der Mitte ein Bereich geringerer Dichte entsteht als im peripheren Bereich und die Strahlung aus mindestens 2 Hauptrichtungen eindringt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestahlungsgut so angeordnet wird, daß die Dichte in der Mitte um 0% bis 100% kleiner ist als im peripheren Bereich.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Bestahlungsgut so angeordnet wird, daß es einen radialen Dichtegradienten aufweist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung aus mindestens 4 Hauptrichtungen in das Bestahlungsgut eindringt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung aus mindestens 4 Hauptrichtungen und 2 weiteren Hauptrichtungen, die zu den anderen Hauptrichtungen senkrecht stehen, in das Bestahlungsgut eindringt.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestrahlung von Gütern mit Gamma- oder Röntgenstrahlen. Das Verfahren eignet sich besonders zur Bestrahlung von medizinischen Einwegartikeln und Lebensmitteln, die zu großen Transporteinheiten zusammengestellt sind. Wie an sich bekannt, kann man mit ionisierender Strahlung beispielsweise Mikroorganismen und Schadinsekten abtöten oder Eigenschaften von Lebens- und Futtermitteln verändern.

Mit zunehmender Anwendung dieser Technik wurden die zu bestrahlenden Transporteinheiten wegen der rationelleren Handhabung immer größer. Als Transporteinheit ist hier eine Anordnung von Bestahlungsgut zu verstehen, die als Einheit innerhalb einer Bestahlungsvorrichtung bewegt wird. Typische Transporteinheiten sind Kartons, Kisten, Fässer oder auf Paletten gestapeltes Bestahlungsgut. Mit zunehmender Größe und/oder zunehmender Dichte wird die Bestrahlung immer ungleichmäßiger. Auch der Strahlungswirkungsgrad kann sich mit steigendem Gewicht der Transporteinheiten deutlich verschlechtern.

Als Strahlungswirkungsgrad, oder kurz Wirkungsgrad, ist der Anteil der ausgenutzten Strahlung an der gesamten emittierten Strahlung zu verstehen. Dabei wird der Dosisanteil innerhalb des Bestahlungsgutes, der über dem Dosisminimum liegt, nicht als ausgenutzt betrachtet. Als Maß für die Dosishomogenität wird das Verhältnis von maximaler zu minimaler Dosis innerhalb einer Transporteinheit gewählt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, den Wirkungsgrad und die Dosishomogenität bei Verwendung großer Transporteinheiten zu verbessern.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß das Bestahlungsgut einer Transporteinheit so angeordnet wird, daß die mittlere Dichte in der Mitte geringer ist als im peripheren Bereich und die Strahlung aus mindestens zwei Hauptrichtungen eindringt.

Für das Verfahren kann jede Art und Form einer Strahlenquelle verwendet werden. Das Verfahren gilt ferner für jede Art von Bewegungen des Bestahlungs-

gutes an der Strahlenquelle, die auch zur Bestrahlung von Transporteinheiten mit einheitlicher Dichte geeignet sind. Zwischen Strahlenquelle und Transporteinheit kann sich auch weiteres Bestahlungsgut befinden, das die Strahlung für einen Teil der Transporteinheit oder die ganze Transporteinheit schwächt. Auch jede Art von Abschirmeinrichtungen, die auf die Verbesserung der Dosishomogenität gerichtet sind, können weiterhin verwendet werden. Es ist jedoch zu beachten, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Dosishomogenität schon deutlich verbessert wird. Die Wirkung der Abschirmeinrichtungen kann daher vermindert werden.

Besonders wirkungsvoll ist dieses Verfahren, wenn die Strahlung aus mindestens 4 Richtungen in das Bestahlungsgut eindringt. Die Bestrahlung aus 4 Richtungen kann beispielsweise dadurch geschehen, daß man eine quaderförmige Transporteinheit jeweils um 90 Grad dreht. Die Strahlung dringt dann über die 4 Seiten der Mantelfläche in das Bestahlungsgut ein. Das Bestahlungsgut kann auch aus allen Richtungen bestrahlt werden, beispielsweise durch kontinuierliches Drehen einer Transporteinheit. Das Verfahren ist aber nicht darauf beschränkt, durch Drehen oder Verschieben der Transporteinheit eine Bestrahlung von allen Seiten zu erreichen. Man kann zusätzlich zu den Seiten auch von oben und unten bestrahlen. Eine Vorrichtung ähnlicher Art ist beispielsweise in DE 21 47 088 beschrieben.

Der in der Mitte der Transporteinheit vorhandene Innenraum, der gegenüber dem peripheren Bereiche eine geringere Dichte aufweist, kann verschiedene Formen besitzen. Die Form des Innenraumes richtet sich danach, von wieviel Seiten die Strahlung in das Bestahlungsgut eintritt.

Zum besseren Verständnis geht die folgende Beschreibung davon aus, daß das Bestahlungsgut in kleinen Kartons auf einer handelsüblichen Palette angeordnet ist und als Strahlenquelle eine lange vertikal stehende Strahlenquelle verwendet wird oder die Transporteinheit zu irgendeinem Zeitpunkt vertikal gefördert wird. Der Innenraum wird als leer betrachtet.

Für den Fall der zweiseitigen Bestrahlung werden nur zwei Wände aus diesen Kartons gebildet, die die Transporteinheit in Richtung der einfallenden Strahlung begrenzen.

Für den Fall der mindestens vierseitigen Bestrahlung über die Seitenflächen, beziehungsweise über die Mantelfläche, werden die Kartons als geschlossene Wand an allen 4 Seiten gestapelt.

Für den Fall der mindestens vierseitigen Bestrahlung über die Seitenflächen und durch zusätzliche Bestrahlung von oben und unten, werden die Kartons so gestapelt, daß sich ein abgeschlossener Innenraum ergibt, der frei von Bestahlungsgut ist. Dieser besteht also aus 4 Wänden einer Boden- und einer Deckenlage. Der Innenraum ergibt sich beispielsweise dadurch, daß man in der Mitte einfach einen leeren Karton einstellt. Die zusätzliche Bestrahlung aus der dritten Dimension kann man durch Zusatzstrahlenquellen oder durch Kippen der Transporteinheit realisieren.

Die Größe des Innenraumes richtet sich nach der Größe der verwendeten Transporteinheit, der Dichte des Bestahlungsgutes und der Durchdringungsfähigkeit der verwendeten Strahlenquelle, auch davon, ob die Transporteinheiten einreihig an der Strahlenquelle vorbeigeführt werden oder zweireihig. Zweireihigkeit bedeutet hier, daß 2 Transporteinheiten hintereinander durchstrahlt werden.

Für kleine Transporteinheiten und große Transport-

einheiten mit geringer Dichte des Bestrahlungsgutes ist die Einrichtung eines Innenraumes mit geringer Dichte meistens nicht lohnend, weil der Strahlenwirkungsgrad abnimmt und lediglich eine Verbesserung der Dosishomogenität erreicht wird. Bei Verwendung von Co-60 als Strahlenquelle und Bestrahlung aus 4 Richtungen in einreihiger Anordnung ist eine Prüfung zu empfehlen, wenn das Produkt aus Dichte und zu durchstrahlender Dicke einen Wert von etwa 10 bis 20 g/cm<sup>2</sup> überschreitet.

Die Dichte des Innenraumes kann kontinuierlich oder in mehreren Stufen zur Mitte hin kleiner werden. Man kann das beispielsweise dadurch erreichen, daß man das gleiche Produkt mit mehr Zwischenraum verpackt. Oft ist jedoch eine abrupte Absenkung der Dichte für den Innenraum praktikabler, vorzugsweise eine Absenkung auf die Dichte "0".

Die Erfindung wird an einem Beispiel mit den Fig. 1 bis 3 nachfolgend beschrieben.

Fig. 1 zeigt eine Ansicht mit einer stabförmigen Strahlenquelle und mehreren übereinander angeordneten Transporteinheiten mit Bestrahlungsgut.

Fig. 2 zeigt Fig. 1 von oben gesehen.

Fig. 3 und Fig. 4 zeigen den Wirkungsgrad und die Dosishomogenität als Funktion der Innenraumdicke an einem Beispiel.

Fig. 1 zeigt eine vertikal angeordnete stabförmige Co-60-Strahlenquelle 1, die an einem Stahlseil 2 hängt. Wie auch in Fig. 2 zu erkennen, ist die Strahlenquelle 2 von 4 Regalgestellen 3 umgeben, die je 4 Einstellplätze besitzen, in denen Paletten 4 mit den Maßen 120 cm × 120 cm eingestellt sind, die 150 cm hoch mit Bestrahlungsgut 5 der Dichte 0,6 g/cm<sup>3</sup> beladen sind. Die rechte Seite der Fig. 1 zeigt das Regalgestell 3 im Schnitt. Das Bestrahlungsgut 5 hat in der Mitte einen Innenraum 6 von 60 cm × 60 cm × 1,50 cm, der mit Bestrahlungsgut mit der Dichte zwischen 0 und 0,6 g/cm<sup>3</sup> gefüllt sein kann.

Die Regalgestelle 3 stehen auf drehbaren Plattformen 7, die nach jeder Be- und Entladung von Bestrahlungsgut eine Umdrehung in 4 Intervallen zu je 90 Grad ausführen, so daß das Bestrahlungsgut 5 von 4 Seiten gleichmäßig bestrahlt wird. Auf der linken Seite von Fig. 1 ist mit Pfeilen angedeutet, auf welche Weise das Bestrahlungsgut 5 be- und entladen werden kann. Zunächst wird die untere Transporteinheit, bestehend aus Palette 4 und Bestrahlungsgut 5 entnommen. Die verbleibenden Transporteinheiten werden sodann ein Stockwerk tiefer gesetzt. In dem frei gewordenen obersten Stellplatz kann dann eine unbestrahlte Transporteinheit eingestellt werden. Die Handhabung der Transporteinheiten ist an sich aus dem Gebiet der Fördertechnik bekannt.

Fig. 3 zeigt den berechneten Wirkungsgrad in relativen Einheiten als Funktion der Innenraumdicke  $D$  aus dem oben beschriebenen Beispiel. Die Dichte ist in g/cm<sup>3</sup> angegeben. Für den Fall, daß die Innenraumdicke mit der Dichte des Bestrahlungsgutes im peripheren Bereich übereinstimmt, wurde  $\eta = 1$  gesetzt. Man erkennt aus Fig. 3, daß der Wirkungsgrad bis zu einer Innenraumdicke von 0,2 g/cm<sup>3</sup> um ca. 50% größer ist als ohne die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Das bedeutet, daß mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei gleichgroßer Strahlenquelle ein um 50% höherer Massendurchsatz bei gleicher Strahlendosis zu erzielen ist.

Fig. 4 zeigt die Dosishomogenität  $H$  in Abhängigkeit von der Innenraumdicke  $D$  aus obigem Beispiel. Mit  $H$

wird hier das Verhältnis von maximaler zu minimaler Strahlendosis innerhalb einer Transporteinheit bezeichnet. Die Fig. 4 zeigt, daß die Dosishomogenität nach dem erfindungsgemäßen Verfahren bei kleinen Innenraumdichten deutlich besser ist als bei voll beladenen Paletten ohne Innenraum. Dieser Grenzfall ist bei der Innenraumdicke 0,6 g/cm<sup>3</sup> abzulesen.

In diesem Beispiel wurden also die beiden wichtigen physikalischen Leistungsdaten gleichzeitig verbessert. Es ist aber schon ein Fortschritt, wenn beispielsweise nur die Dosishomogenität verbessert wird. Als Fortschritt kann auch gelten, wenn die, nach dem Stand der Technik benutzten kleinen Transporteinheiten, zu größeren Transporteinheiten zusammengefaßt werden, um diese nach dem erfindungsgemäßen Verfahren zu bestrahlen. Die Personalkosten können dadurch erheblich gesenkt werden.

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

Nummer:  
 Int. Cl. 4:  
 Anmeldetag:  
 Offenlegungstag:

35 33 826  
 G 21 K 5/10  
 23. September 1985  
 2. April 1987

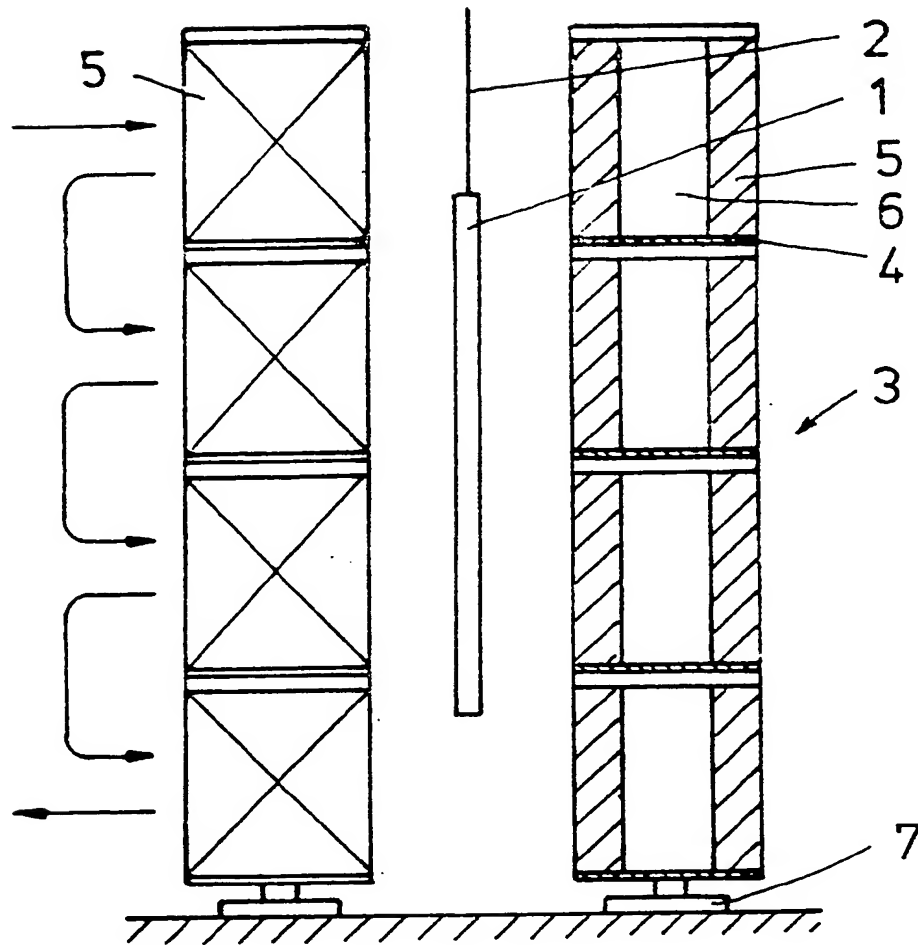


Fig. 1

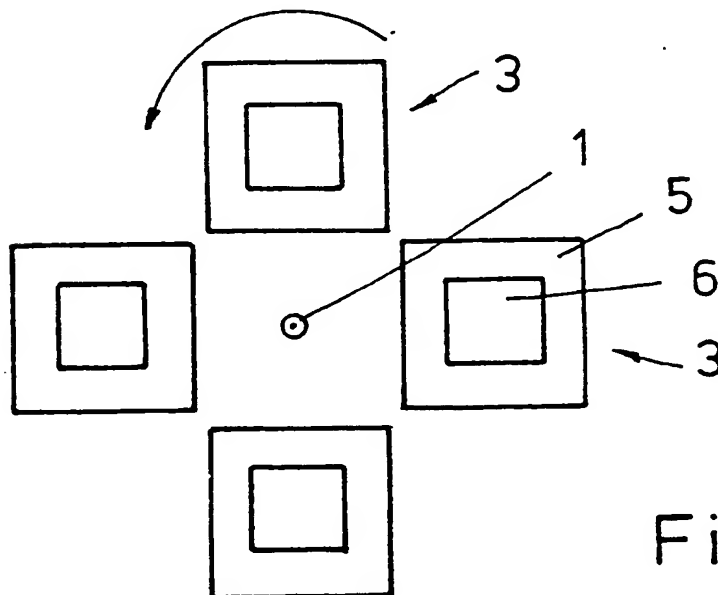


Fig. 2

